

INTERES DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA-MARÍTIMA

*María del Milagro García-Pertierra Marín
Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado
Agencia Estatal de Meteorología*

El deseo del hombre de aprovecharse de los beneficios que el mar, las zonas costeras o los ríos le podían proporcionar se pone de manifiesto en hechos como que antes de inventarse la rueda comenzó a inventar medios para poder atravesarlos valiéndose de troncos, juncos trenzados, pieles de animales o cualquier tipo de balsas rudimentarias. Desarrollando su inventiva fue construyendo, primero sencillas barcas y después canoas con armazones de pieles o cortezas vegetales y más tarde veleros y buques de recreo hasta llegar a los grandes buques actuales.

Con los rudimentarios medios de transporte mencionados se tiene constancia, por las huellas dejadas a su paso, de navegaciones griegas por el Mar Egeo de 9 000 años A.C. y de expediciones por el mar mediterráneo de barcos 3 000 años A.C. Hay documentos escritos de la época de los romanos con instrucciones para navegar por el mar Rojo, el Golfo Pérsico y hacia la costa occidental de la India. Seguramente, estos navegantes conocerían la dirección y los períodos en que los vientos soplaban en determinadas estaciones del año y especialmente los monzones.

Con el transcurso de los siglos, los marineros aprendieron mejor las pautas del clima y así los árabes costeaban hacia el sur de África con el monzón del nordeste en diciembre y enero y regresaban con el monzón del suroeste en abril y mayo. También, la experiencia del descubrimiento de América sirvió para que se descubriera que en la región central y septentrional del Atlántico norte los vientos circulaban en el sentido de las agujas de un reloj y utilizaban los alisios del nordeste para ir al nuevo mundo y la corriente de Florida desde la cuenca del Caribe, por los estrechos de Florida y el norte de las Bahamas, para encontrarse con los vientos del oeste que los llevarían de regreso.

EL TIEMPO EN LA NAVEGACIÓN MODERNA

Todas las actividades que se desarrollan en el mar son muy sensibles a las condiciones meteorológicas ya que unas situaciones atmosféricas pueden ser más favorables que otras para la realización, con más efectividad y comodidad, de determinadas operaciones y desde luego las condiciones extremas acentúan el riesgo para los navíos, las estructuras existentes en los océanos y para las personas que intervienen en diferentes operaciones y actividades como pueden ser la pesca, el transporte o el ocio.

Estas circunstancias son las que hicieron que, a mediados del siglo pasado, los propios buques realizaran observaciones sobre las condiciones meteorológicas que se iban encontrando en sus rutas con el fin de disponer de unos datos que les permitieran conocer las condiciones climatológicas de las zonas más frecuentadas. Hoy en día se mantiene esta situación con la elaboración por parte del Instituto Hidrográfico de la Marina de los Derroteros de las diferentes zonas marítimas de responsabilidad española, en los que se incluye información meteorológica proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología.

Pero el hombre de mar siempre ha sido solidario y consciente del riesgo que asumía y no se conformó con atesorar esta información, sino que su pretensión era poner en conocimiento de otros buques lo que la atmósfera les iba deparando. Así, a mediados del siglo XIX con la creación de la telegrafía se pudo cumplir este deseo y a la vez se generó la primera célula para la creación de lo que, posteriormente, serían las oficinas meteorológicas nacionales, ya que con las observaciones realizadas se pudieron hacer las primeras predicciones meteorológicas relativamente fiables. Los primeros mapas del tiempo basados en datos telegráficos fueron exhibidos públicamente en Washington en 1850.

Con la evolución de las comunicaciones llegó la telegrafía sin hilos a comienzos del siglo XX, lo que permitió a los buques comunicarse con las estaciones costeras e iniciar

las primeras emisiones meteorológicas para la navegación. Al mismo tiempo, se desarrolló el Primer Convenio Internacional sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) que comprometió a los gobiernos a facilitar información meteorológica marítima a lo largo y ancho de los océanos.

A pesar de los desarrollos tecnológicos en los buques que circulan por los océanos, no se ha eliminado la vulnerabilidad frente a las olas, el viento, la niebla y los hielos. El estado del tiempo y de la mar sigue imponiendo serias limitaciones a la navegación por los océanos de todo el mundo y exponen a las personas a las fuerzas de la naturaleza.

A finales del siglo pasado la tecnología de las radiocomunicaciones adquirió un desarrollo exponencial lo que permitió recoger en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM) nuevas formas de difusión de la información y la cooperación internacional continuada.

En la actualidad son muy numerosas las actividades que se realizan en el mar y que requieren información meteorológica:

- Transporte de carga y pasajeros
- Operaciones de pesca
- Investigación oceánica
- Navegación de recreo
- Perforación y minería en el mar
- Estudios de contaminación marítima
- Diseño de estructuras marítimas
- Actividades deportivas

Considerando el caso de España hay que tener en cuenta la importancia que representa el conjunto de actividades marítimas por ser un país abierto al mar a través de las siguientes zonas litorales:

- La costa Cantábrica con 1075 k m de extensión
- La costa atlántica con un litoral de 1 367 km
- La costa mediterránea que abarca 2 073 km
- Las Islas Baleares con un perímetro costero de 1 428 km
- Las Islas Canarias que suman un total de 1 583 km de perímetro litoral

En estas condiciones la Agencia Estatal de Meteorología debe atender una especial demanda de aspectos meteorológicos relacionados con el mar y de manera muy especial los relativos a la salvaguarda de vidas, para lo que los responsables del Salvamento Marítimo (SASEMAR) realizan operaciones de riesgo para rescatar a los que se encuentran en peligro, tanto en embarcaciones de gran tonelaje como en otras pequeñas que son arrastradas a la deriva por las corrientes del mar y las mareas.

CONCEPTOS SOBRE EL ESPACIO MARÍTIMO

Ante los inmensos riesgos potenciales que implican las actividades marítimas y para cubrir las necesidades de este sector, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha coordinado con todos los Servicios Meteorológicos los formatos y contenidos de la información meteorológico marítima con el fin de conseguir una presentación uniforme para todas las partes del mundo.

Para regular quién debe proporcionar la información a las distintas partes de los océanos, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha hecho una división de los mismos en 16 zonas que la Organización Meteorológica Mundial ha denominado METAREAS, tal y como aparecen en la figura 1 y ha hecho corresponder a cada una de ellas un país responsable para elaborar y difundir la información meteorológica de interés para el navegante. Esto no impide que cada país decida proporcionar la información de aquellas zonas que sean de su responsabilidad pero, caso de no ser así o de no cubrir por completo una METAREA, la información queda garantizada.

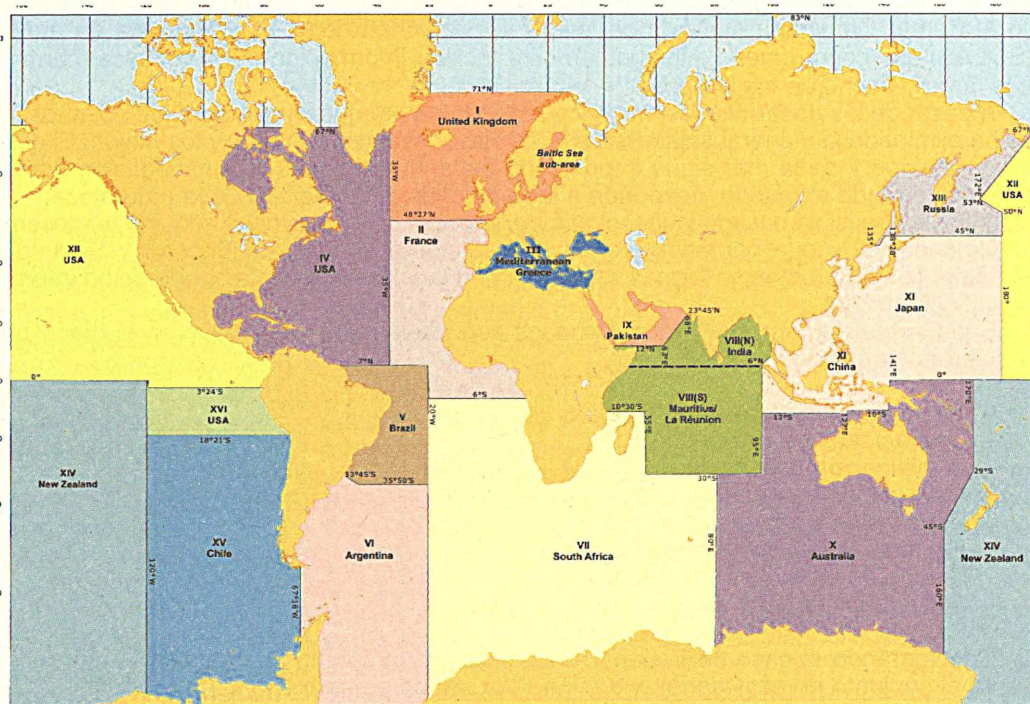


Fig. 1. Distribución mundial de las METAREAS con indicación del país reconocido como responsable por la OMM para facilitar la información meteorológica

Entre toda la información que debe ser suministrada a cada zona se incluye la meteorológica conforme a los formatos y contenidos establecidos. En el caso de España, las zonas marítimas que le corresponden están incluidas dentro del Atlántico y dentro del Mediterráneo, es decir en las METAREAS II y III.

Dentro de ellas se ha hecho una división más pequeña, de común acuerdo con los países implicados, quedando una distribución como la que aparece en las figuras 2 y 3 para el Atlántico y el Mediterráneo en las que España tiene responsabilidad para emitir información.

Esta distribución está referida a alta mar, es decir más allá de las 20 millas de la costa, quedando otra división para las zonas costeras realizada por cada país conforme a su propio criterio.

TIPO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA SUMINISTRADA

De entre todas las variables meteorológicas son el viento y el oleaje, los elementos de mayor interés para la navegación. Aparte de lo anterior, la visibilidad adquiere especial relevancia por la limitación y el riesgo que supone la no percepción de objetos o buques próximos con el consiguiente riesgo de colisión. Otros aspectos como nubes y precipitaciones, temperaturas del agua del mar, hielos marinos... representan factores a tener en cuenta para aumentar la seguridad.

La información básica de las variables indicadas se recoge dentro de los Boletines Marítimo que se elaboran para alta mar y para las zonas costeras y cuyo contenido se enumera a continuación:

Boletines marítimos de alta mar

La información meteorológica que se facilita está repartida en tres bloques:

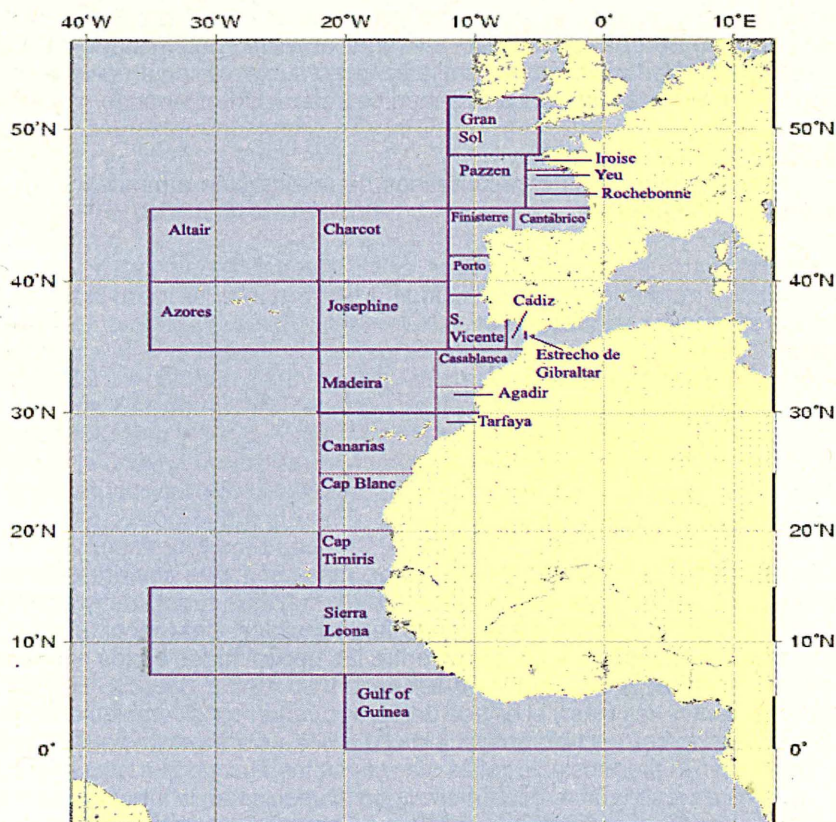


Fig. 2. Distribución y denominación de las zonas marítimas españolas de alta mar en el Atlántico

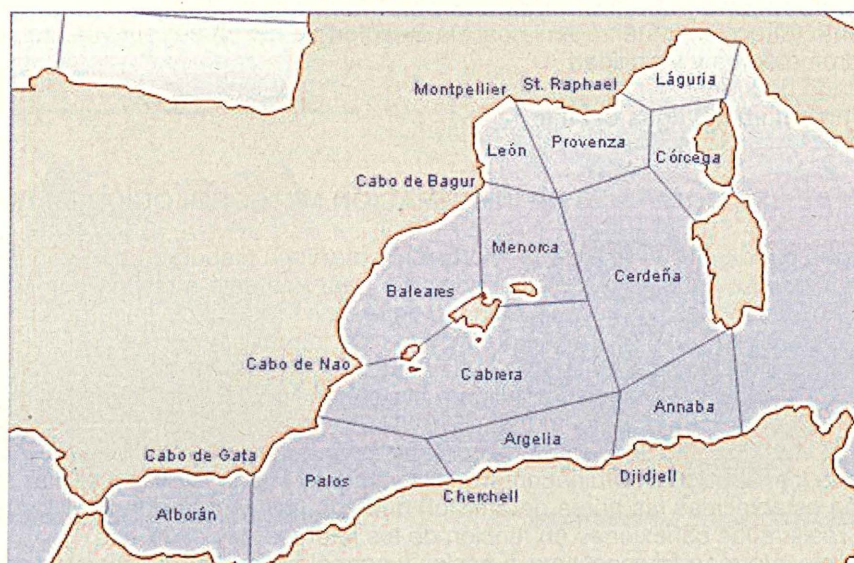


Fig. 3. Distribución y denominación de las zonas marítimas españolas de alta mar en el Mediterráneo

1. Avisos

Se indica si el viento está alcanzando o va a alcanzar un determinado valor que puede suponer un riesgo para las actividades marítimas. Este valor oscila en el caso de España entre los intervalos 7 y 8 de la escala Beaufort, según se trate del Mediterráneo o el Atlántico.

2. Situación general atmosférica

Se describen las principales características de la situación atmosférica en superficie, así como la evolución prevista

3. Predicción

Para cada zona marítima, de las indicadas anteriormente, se describen las siguientes condiciones previstas en relación con:

- Dirección y fuerza del viento
- Mar de viento y mar de fondo
- Meteoros significativos
- Visibilidad

Boletines costeros

La población mundial, cada vez va ocupando más las zonas costeras por la atracción que ejercen las playas, las pequeñas islas y los complejos turísticos sobre millones de turistas. Esto da lugar a que en estas zonas tan sensibles, sea necesario llegar a compromisos que permitan resolver el conflicto entre las necesidades de los habitantes, de los turistas, de las industrias y del medio ambiente.

Dado que los vientos, las olas y el estado del tiempo varían considerablemente en las aguas costeras que son las que se consideran hasta las 20 millas, se elaboran boletines marítimos que proporcionan datos más precisos y de zonas mas concretas. Puesto que las aguas costeras forman parte de un área de alta mar, deberá existir concordancia en la información que se emite de las dos categorías. Esta información es elaborada por los Grupos de Predicción y Vigilancia de la Agencia Estatal de Meteorología repartidos por todo el territorio nacional.

Los Boletines costeros contienen los mismos apartados 1) 2) y 3) que los de alta mar, además de otro 4) que contiene información de interés relativa a algunas estaciones situadas en la costa sobre el estado actual del:

- Viento (dirección y fuerza en la escala Beaufort)
- Hidrometeoros y visibilidad
- Estado de la mar
- Temperatura del agua del mar

EMISIÓN DE LOS BOLETINES DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICO-MARÍTIMA

Para que pueda ser de utilidad la información marítima elaborada deberán encontrarse los cauces más idóneos dentro de cada país para que esté a disposición de los interesados. En España, es la Dirección General de Marina Mercante la encargada de que los navegantes reciban todo tipo de informaciones de interés, entre las que se incluye la información meteorológica. Para ello, establece los medios de difusión y coordina las horas de emisión. Entre estos medios figura el sistema NAVTEX de impresión directa con una sola frecuencia para todo el mundo (518 kHz) y un alcance de unas 400 millas aparte de emisiones de radio de estaciones costeras por onda media, además de difusión por VHF desde los Centros Coordinadores de Salvamento Marítimo. Para facilitar su recepción están establecidas las horas de emisión que son fijas y conocidas por los navegantes para realizar las conexiones en función de los intereses de cada uno.

Toda esta información constituye la básica y normalizada para el desarrollo de las actividades marítimas, pero para determinadas operaciones o acciones son necesarios apoyos meteorológicos especiales que pueden consistir en un incremento temporal y espa-

cial de predicciones o en una mayor atención a determinadas variables. Un ejemplo de ello pueden representar las operaciones en los puertos y zonas portuarias en donde unas condiciones meteorológicas poco favorables pueden representar un deterioro de las infraestructuras y de los barcos, así como retrasos en las operaciones con las consiguientes repercusiones económicas.

MODELOS DE PREDICCIÓN MARÍTIMA

Para atender estas necesidades y otras muchas que surgen para este sector será necesario profundizar en el conocimiento de las condiciones climatológicas locales en la zona costera y en alta mar y desarrollar modelos numéricos de predicción que tengan en cuenta las singularidades locales y las interacciones con la atmósfera y el océano.

En la actualidad se dispone de un modelo de predicción de oleaje (WAME) del Organismo Público Puertos del Estado (OPPE) forzados por los campos de viento previstos por el modelo HIRLAM que facilita la Agencia Estatal de Meteorología y que proporciona información del Atlántico norte y la cuenca occidental del Mediterráneo. A partir del mismo, se han desarrollado aplicaciones específicas para el Cantábrico, el Golfo de Cádiz y las Islas Canarias.

También el Organismo Público Puertos del Estado partiendo de un modelo de generación de oleaje especialmente elaborado para aguas someras e interacción con corrientes (WAVE-WATCH), ha desarrollado una aplicación en el Estrecho de Gibraltar, preparada para recibir condiciones de contorno de la aplicaciones del Atlántico y del Mediterráneo del modelo WAME.

APLICACIONES DE LOS MODELOS DE OLAJE

Se dispone de salidas gráficas de los modelos de oleaje, en forma de mapas y de cuadros con datos para determinados puntos de rejilla, que permiten conocer la situación actual y prevista en un horizonte de 72 horas del oleaje y del viento.

Se presenta una de estas salidas en una situación en que se produjeron condiciones especialmente adversas los pasados días 10 y 11 de marzo de 2008, en que un fuerte temporal afectó a las costas de Galicia y de la Cornisa Cantábrica.

En la figura 4 se presenta la situación prevista del viento a las 12 horas del día 11 de marzo, en la que se puede apreciar en Galicia y Cantábrico valores correspondientes a intensidades muy fuertes de dirección oeste.

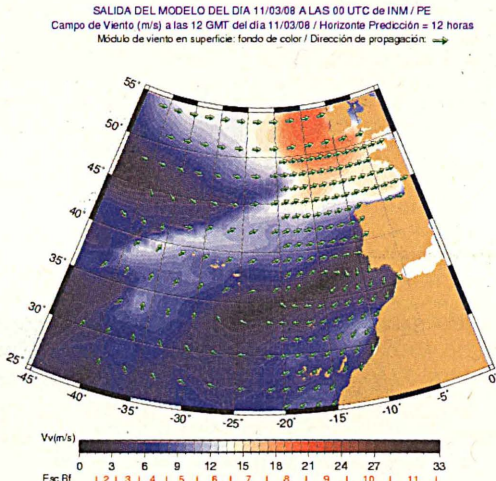


Fig. 4. Predicción del campo de vientos HIRLAM para las 12 horas del 11 de marzo de 2008

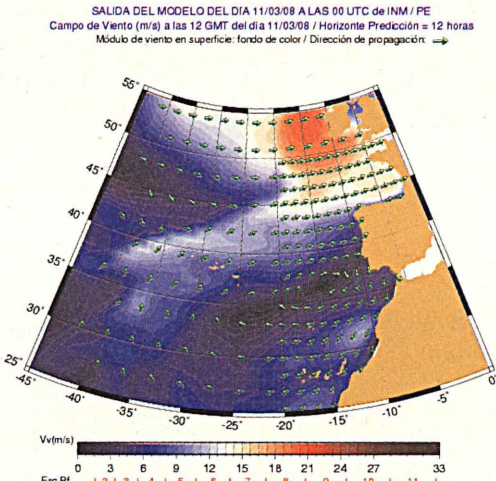


Fig. 5. Predicción de la mar de viento y de la mar de fondo para las 12 horas del 11 de marzo de 2008

Derivada de esta situación se puede apreciar en la figura 5 la altura significativa de las olas prevista a las 12 horas del día 11 procedente de las salidas del modelo WAME de la pasada de las 00 horas, así como las direcciones de la mar de viento y de la mar de fondo. En las áreas antes mencionadas el estado de la mar correspondía a mar arbolada.

Con esta información, además de otras salidas de modelos numéricos de atmósfera junto con otros datos, se realizaron las predicciones costeras desde el Grupo de Predicción y Vigilancia del Centro Meteorológico Territorial en Galicia de dónde se emitió el Bole-tín Marítimo adjunto a las 9 horas UTC:

La situación prevista informaba de fuerte oleaje en las zonas costeras de Galicia lle-gando en algunos lugares de A Coruña a alcanzar la mar de fondo una altura de más de 9 metros.

Ese mismo día en alta mar se produjo uno de los más fuertes temporales que se recuerdan afectando a varias zonas del cantábrico. La fuerza del mar golpeó el litoral gui-puzcoano y causó innumerables desperfectos, especialmente en su capital, donde la altu-ra media significativa de las olas alcanzó los 8 metros, con una máxima significativa de casi 12 metros. En el Puerto Deportivo de San Sebastián medio centenar de embarcacio-nes se hundieron a causa de un golpe de mar. La coincidencia de las llamadas mareas vivas -cuando la Tierra, el Sol y la Luna se alinean- acentuó sus consecuencias y provo-có que se viera seriamente perjudicada la Parte Vieja donostiarra. En ese momento, varios vehículos aparcados deambularon sin control hasta chocar unos con otros y golpear contra las fachadas de los edificios más cercanos. El oleaje derribó puertas, ventan-as y escaparates y se introdujo en sótanos y garajes, además de en algunos bajos de viviendas y otros locales.

DIA 11 DE MARZO DE 2008 A LAS 09:00 UTC

1.-AVISO A LAS 0900 UTC DEL DIA 11 DE MARZO DE 2008:

TEMPORAL DEL OESTE EN LA ZONA DE BARES. MAR DE FONDO DEL NOROESTE CON OLAS DE 8 A 9 METROS EN TODO EL LITORAL.

2.-SITUACION A LAS 00 UTC DEL DIA 11 Y EVOLUCION:

BAJA DE 968 AL NOROESTE DE IRLANDA MOVIENDOSE RAPIDAMENTE HACIA EL ESTE. ANTICICLON DE 1026 AL SUR DE AZORES DESPLAZANDOSE HACIA EL ESTE.

3.- PREDICCION VALIDA HASTA LAS 24 UTC DEL MARTES 11:

AGUAS COSTERAS DE LUGO:

OESTE A SUROESTE FUERZA 8 EN BARES, ASI COMO MAR ADENTRO, Y FUERZA 6 EN EL RESTO. INTERVALOS DE REGULAR POR BRUMAS Y LLOVIZNAS. FUERTE MAREJADA CERCA DE LA COSTA AUMENTANDO A MAR GRUESA A MUY GRUESA MAR ADENTRO. MAR DE FONDO DEL NOROESTE DE 8 A 9 M DISMINUYENDO POR LA MANANA A 7 M Y A LO LARGO DE LA TARDE HASTA 5 M.

AGUAS COSTERAS DE A CORUNA:

NORTE DE FISTERRA: SUROESTE FUERZA 8 EN ORTEGAL-BARES Y FUERZA 6 A 7 EN EL RESTO, AMAINANDO LIGERAMENTE AL FINAL. REGULAR POR BRUMAS Y LLOVIZNAS. MAR GRUESA EN EL EXTREMO NORTE Y FUERTE MAREJADA EN EL RESTO. MAR DE FONDO DEL NOROESTE DE 8 A 9 M DISMINUYENDO POR LA MANANA A 7 M Y A LO LARGO DE LA TARDE HASTA LOS 6 M.

SUR DE FISTERRA: SUROESTE FUERZA 5, REGULAR POR BRUMAS Y LLOVIZNAS. FUERTE MAREJADA. MAR DE FONDO DEL NOROESTE DE 8 M DISMINUYENDO POR LA TARDE HASTA LOS 5 M.

AGUAS COSTERAS DE PONTEVEDRA:

SUROESTE FUERZA 4 A 5. REGULAR POR BRUMAS Y LLOVIZNAS. FUERTE MAREJADA. MAR DE FONDO DEL NOROESTE DE 8 A 9 M DISMINUYENDO POR LA TARDE HASTA LOS 4 A 5 M.

La figura 6 muestra el aspecto del mar en la zona costera donostiarra



Fig. 6. Aspecto del oleaje en la zona costera de San Sebastián

Los boletines de alta mar que se emitieron por parte de la Agencia Estatal de Meteorología indican la envergadura de la situación que se esperaba. Se muestra una extracción de los mismos para tres de las zonas mas afectadas.

MARTES 11 DE MARZO DE 2008 A LAS 05:30 UTC.

1.- HAY AVISO NUMERO 90 EN VIGOR PARA EL DIA 11 EN LAS ZONAS:

GRAN SOL, PAZZEN, IROISE, YEU, ROCHEBONNE, CANTABRICO Y ALTAIR.

2.- SITUACION GENERAL A LAS 00 UTC DEL MARTES 11 Y EVOLUCION:

BAJA DE 968 AL NOROESTE DE IRLANDA MOVIENDOSE RAPIDAMENTE HACIA EL ESTE. ANTICICLON DE 1026 AL SUR DE AZORES DESPLAZANDOSE HACIA EL ESTE.

3.- PREDICCIÓN VALIDA HASTA LAS 24 UTC DEL MARTES 11.

GRAN SOL: W Y SW 7 A 8 CON INTERVALOS DE 9 AL FINAL EN EL NOROESTE. MUY GRUESA A ARBOLADA. MAR DE FONDO DEL NW DE 3 A 7 METROS. AGUACEROS. REGULAR A MALA.

FINISTERRE: EN EL NORTE, SW 6 A 7. GRUESA DISMINUYENDO A FUERTE MAREJADA. EN EL SUR, SW 4 A 6. FUERTE MAREJADA DISMINUYENDO A MAREJADA. MAR DE FONDO DEL NW DE 5 A 7 METROS DISMINUYENDO POR LA TARDE A 4 A 5 METROS. ALGUN AGUACERO. REGULAR.

CANTABRICO: W Y SW 6 A 7 CON INTERVALOS DE 8 AL PRINCIPIO AMINANDO POR LA TARDE A 5 A 7. GRUESA CON AREAS DE MUY GRUESA. MAR DE FONDO DEL NW DE 5 A 8 METROS DISMINUYENDO POR LA TARDE A 4 A 5 METROS.

Se hundieron medio centenar de embarcaciones amarradas en el puerto deportivo de la capital. La altura máxima del oleaje en alta mar a lo largo del temporal fue de 21 metros según los datos de las boyas del Organismo Público Puertos del Estado.

LA OBSERVACIÓN DE LOS OCEANOS

El conocimiento y la evolución del comportamiento de los océanos es el gran reto que se presenta para el avance de la meteorología, ya que es la base del desarrollo de los

modelos para la evolución de clima y de los sistemas de predicción. Como punto de partida es necesario disponer de suficientes sistemas de observación de calidad garantizada que sean de utilidad para la prevención y mitigación de los riesgos en el mar, para la protección y conservación de los sistemas marinos y para la inclusión en los modelos climatológicos y de predicción.

Dentro de las actividades que se realizan el mar se beneficiarían aspectos como la pesca, la navegación de recreo, el transporte marítimo, operaciones de salvamento y rescate, la protección del medio ambiente marino, la respuesta ante vertidos por hidrocarburos, la seguridad de las plataforma petrolíferas...

Por tanto, no son desligables las predicciones de las observaciones y ambas acciones son la base de numerosas aplicaciones marítimas, como una gestión integrada del litoral que incluya la ordenación de ese territorio para definir las potencialidades de implantación de industrias, los asentamientos urbanos, aspectos relativos al turismo y actividades deportivas.

Con este fin se dispone de las observaciones proporcionadas tanto por boyas fijas y a la deriva como por plataformas marina, además de los datos enviados en los partes ship procedentes de barcos que forman parte del VOS (buques de observación voluntaria), además de los datos de sondeos que facilitan los TEMP SHIP procedentes de buques integrados en el sistema ASAP, sin contar las informaciones procedentes de los perfiladores del sistema ARGO. Todo ello constituye el Sistema Global de Observación de los Océanos (GOOS). La mayor parte de los procedimientos de observación que se realizan están coordinados por la Comisión Técnica de Oceanografía y Meteorología Marítima (JCOMM) de la Organización Meteorológica Mundial, con la particularidad de ser la única que agrupa una actividad distinta de la meteorología, como es la oceanográfica cuyas directrices emanan del la Comisión Oceanográfica Internacional (COI).

Una de la recomendaciones de de la JCOMM es la de aunar esfuerzos y trabajar conjuntamente los Servicios Meteorológicos y Oceanográficos de todos los países, idea que se lleva a cabo en España colaborando con Organismos como el Instituto Español de Oceanografía o el Organismo Público Puertos del Estado.

ALGUNAS APLICACIONES MARÍTIMO-OCEANOGRÁFICAS

El disponer de sistemas de observación supone un elemento primordial para la prevención de desastres naturales en zonas costeras, como pueden ser las tormentas fuertes, los tsunamis, los ciclones tropicales... Cuánto más completa sea la información disponible, mejores serán las estimaciones de la evolución de las variables atmosféricas y marítimas en los intervalos de tiempo que se necesitan.

Una de las aplicaciones esenciales está referida a la seguridad en el mar, tanto para prevenir situaciones como para aplicar los conocimientos en mitigar los efectos en caso de emergencias como pueden ser las referidas a vertidos u operaciones de búsqueda y rescate. Para estos casos la información debe estar disponible tan pronto como sea posible, para lo cual es imprescindible crear herramientas que contengan todos los elementos necesarios ante determinadas crisis.

Una de estas circunstancias se produjo con la catástrofe del Prestige en la que se puso de manifiesto debilidad de la oceanografía operacional en España y la necesidad de disponer de un servicio operativo de predicción de corrientes y evolución de vertidos tanto en superficie como en las capas más profundas. Estas deficiencias son las que trata de cubrir el proyecto ESEOO, que ha sido liderado por el Organismo Público Puertos del Estado y en el que han participado diversos organismos, entre los que se cuenta la Agencia Estatal de Meteorología aportando los trabajos para la asimilación y tratamientos de los datos del Hirlam necesarios para la integración en los modelos de circulación y modelización en la evolución de vertidos. Empezó a desarrollarse en 2004 con la intención de generar un sistema español de oceanografía operacional que pudiera permitir el conocimiento y la evolución de toda clase de variables físicas, tanto meteorológicas como oceanográficas, además de predecir la trayectoria y comportamiento de derrames u objetos a la deriva, así

como disponer una herramienta útil para la toma de decisiones en situaciones de emergencia y poder abordar las crisis que se presenten en el mar en las mejores condiciones posibles.

CONCLUSIONES

La oceanografía debe ir íntimamente unida con la meteorología, ya que los océanos desempeñan un papel muy importante en el clima, puesto que desplazan grandes cantidades de calor de los trópicos a los polos y almacenan en su interior calor y compuestos como el dióxido de carbono y otros gases que intercambia con la atmósfera modificando la circulación del océano y al propio clima. El fuerte vínculo entre los océanos y el clima permitirá proporcionar predicciones estacionales y anuales y contribuir a mitigar los efectos más adversos del calentamiento mundial.

Por ello, los modelos de clima utilizados para evaluar el calentamiento global/cambio climático deberán incorporar cada vez una descripción más precisa de los procesos oceánicos para poder producir una proyección realista del clima futuro.

De una densa observación en los océanos se podrán realizar inicializaciones en los modelos de predicción y posteriores validaciones que permitan un mejor ajuste para mejorar la fiabilidad, así como base para investigaciones sobre la variabilidad del clima y el cambio climático. Todo esto va en interés de la humanidad y en beneficio del futuro de la tierra.